

## **ТЕНЗОМЕТРИЧНИЙ НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ КРАНІВ**

**К.В. ГУСАКОВ<sup>1\*</sup>, С.О. ГУБСЬКИЙ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *магістрант кафедри „Підйомно-транспортні машини і обладнання”, НТУ „ХПІ”, Харків, УКРАЇНА*

<sup>2</sup> *доцент кафедри „Підйомно-транспортні машини і обладнання”, канд. техн. наук НТУ „ХПІ”, Харків, УКРАЇНА*

*\*email: kotsya16@gmail.com*

При дослідженні стану балок підйомного крана використовуються найрізноманітніші засоби. У цій статті буде описаний тензометричний неруйнівний метод контролю з використанням технології тензодатчиків. Базується цей метод на зчитуванні показань опору, який змінюється в залежності від деформації тензорезистора – основного робочого елемента датчика. Таким чином, маємо можливість вимірювати механічну деформацію в металоконструкції підйомного крана.

Принцип роботи тензорезистора гранично простий. При розтягуванні провідних елементів тензорезистора збільшується їх довжина і зменшується поперечний переріз, що збільшує опір тензорезистора (а при стисненні – зменшує). Варто відзначити, що зміни опору при деформації дуже малі, тому фахівцям не обійтися без точних визначальних приладів. Підійдуть або просто чутливі вольтметри, або – що вже складніше – прецизійні підсилювачі з аналогово-цифровим перетворювачем. Все залежить від необхідної точності вимірювань в досліджуваному підйомному крані.

Крім тензорезистивного, можуть бути використані наступні методи: п'єзоелектричний, оптико-поляризаційний, п'єзорезистивний, волоконно-оптичний, а також просте зчитування показань з лінійки механічного тензодатчика. Але для контролю балок та механізмів підйомних кранів вони не використовуються.

Зазвичай тензорезистор виглядає як тонкий провід або шматок металевої фольги, викладений у вигляді «змійки» і надійно прикріплений до носія. Носій, в свою чергу, приклеюється до випробувального об'єкта. У вигляді «змійки» фольгу наклеюють для того, щоб обмежити вектор розтягувань тільки по одній вісі. Наклеювати датчик потрібно саме в тому напрямку, який цікавить в рамках процедури зняття конкретних вимірів з балки підйомного крана. Одним з мінусів даної системи є простий вплив різних температур, оскільки і чутливий елемент, і підложка змінюються в залежності від температури навколишнього середовища, змінюючи свою чутливість. Температурна чутливість залежить від омічного спротиву матеріалу, який змінюється в залежності від температури датчика, а також від паразитного ефекту, що виникає за умов істотної різниці

температур датчика і кранової конструкції, при прикріпленні першого до другої.

Найчастіше тензорезистори підключають до збалансованого мосту, або ж мосту Уїтстона. А для перевірки роботи та калібровки моста використовують резистор із змінним значенням опору, щоб початкова напруга дорівнювала нулю і відповідно змінювалася при деформації в одному з напрямків конструкції, що підлягає спостереженню. Також це допоможе вирішити температурну проблему – оскільки елементи датчика розташовані перпендикулярно один одному, то і розтягнення від деформації буде різним при однаковому температурному розтягуванні.

Існує також проблема з опором з'єднувальних проводів, але вона вирішується просто: менше проводів – менший їхній опір. Тому датчик розміщується настільки близько до мосту, наскільки це можливо.

Усі тензорезистори поділяють на декілька категорій: за типом чутливого елемента, за матеріалом підложки, за величиною бази вимірювання, за кількістю чутливих елементів та їх геометричною конфігурацією, за величиною електричного опору. Багатий вибір конфігурацій допомагає підібрати параметри сенсора для будь-якого випадку при вимірюванні кранової конструкції.

Існують різноманітні прилади з використанням цієї технології, наприклад, у підйомних кранах використовують тензометричну вісь. Цей винахід застосовується, щоб вимірювати напруження на гаку підйомного крану. Він являє собою один з елементів системи обмежувача вантажопідйомності крану. Прилад складається з вісі, виконаної з дуже міцного матеріалу, та тензодатчика. Найчастіше прилад виглядає як циліндр з двома отворами, розташованими на невеликій відстані один від одного. В одному з отворів знаходиться тензодатчик. Отвори виконані таким чином, щоб утворити зону великих механічних напружень для точності вимірювання. Це є проблемою, тому що сама вісь має бути дуже міцною, а це йде в розріз з умовою установки тензорезистора в одному з двох отворів. Вирішується така проблема завдяки використанню високоміцних матеріалів та локалізацією зони високих напружень в вісі.

Сам прилад працює наступним чином. За навантаженням вісі в зоні встановлення тензодатчика за рахунок тонкої перекладини між двома отворами з'являються високі напруження, значення яких і вимірює тензодатчик. При цьому загальне напруження решти вісі залишається низьким. Таким чином, вимога до забезпечення великих запасів міцності виконується повністю. І це одна з багатьох можливостей використання тензодатчиків в промисловості.

На сьогоднішній день тензодатчики – простий і ефективний спосіб зняття результатів механічних впливів на ряд різних конструкцій і механізмів в різних підйомних кранах. А можливість віддаленого контролю завдяки системам бездротової передачі даних, що розвиваються, робить їх зручними для цілодобового нагляду за станом техніки.